1024805

LITERATUUR KOPIEEN

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 221 563 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) G 02 B 1/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP G 02 B / 254 806 8	(22)	14.09.83	(44)	24.04.85

(71) VEB ZFT Mikroelektronik, 8080 Dresden, Karl-Marx-Straße, DD
(72) Pforr, Rainer; Westphal, Peter, Dipl.-Phys.; Stenzel, Rolf, DD

(54) Immersionsobjektiv für die schrittweise Projektionsabbildung einer Maskenstruktur

(57) Die Erfindung betrifft ein Immersionsobjektiv für die schrittweise Projektionsabbildung einer Maskenstruktur auf Halbleiterscheiben für fotolithografische Verfahren zur Herstellung integrierter Halbleiterschaltungen. Das Ziel der Erfindung besteht darin, die mittels Immersionsobjektiv herkömmlicher Bauart entstehenden Gasblaseneinschlüsse, Schlierenbildungen sowie Benetzung des Scheibentisches, -randes und der -rückseite mit Immersionsflüssigkeit zu vermeiden. Die erfindungsgemäße Aufgabe wird durch eine Vorsatzeinrichtung am Objektiv gelöst, mit deren Hilfe eine mengen- und druckdosierte Flüssigkeitszuführung während des Belichtungsprozesses sowie deren nachfolgende Absaugung sowohl innerhalb der Vorsatzeinrichtung als auch auf und von der Halbleiterscheibe erfolgt. Verschiedenartige Ausführungen der Vorrichtung ermöglichen unterschiedliche Belichtungsvarianten. Die Erfindung ist auf dem Gebiet der Fotolithografie einsetzbar.

ISSN 0433-6461

24 Seiten

BEST AVAILABLE COPY

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Immersionsobjektiv für die schrittweise Projektionsabbildung einer Maskenstruktur

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Immersionsobjektiv für die schrittweise Projektionsabbildung einer Maskenstruktur auf Halbleiterscheiben für fotolithografische Verfahren zur Herstellung integrierter Halbleiterschaltungen.
Die Erfindung ist auf dem Gebiet der Halbleitertechnik anwendbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Übertragung von Maskenstrukturen auf Halbleitersubstrate für die Herstellung von integrierten und höchstintegrierten Halbleiterschaltungen werden in zunehmendem Maße optische Projektionsverfahren und -einrichtungen eingesetzt.
Mittels derartiger Vorrichtungen wird das Bild bzw. die Struktur einer Maske mit Hilfe eines optischen Projektionssystems auf das Halbleitersubstrat übertragen, das höchste Anforderungen an das Auflösungsvermögen der Optik, die Bildfeldgröße, die Konstanz des Abbildungsmaßstabes, der eingesetzten Strahlenquelle sowie andere Abbildungsparameter stellt.
Diese Anforderungen sind mit refraktiven Optiken nur bei monochromatischer Abbildung zu erfüllen.

SDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Aufgrund des großen Unterschiedes zwischen der Dicke der eingesetzten Fotoresistschicht und der Kohärenzlänge des verwendeten monochromatischen Lichtes treten in der Fotoresistschicht Interferenzerscheinungen auf, die sich störend auf den Justier- und Abbildungsprozeß auswirken. Dieser Nachteil tritt auch bei der schrittweisen Belichtung mit einem reduzierten Abbildungsmaßstab (1 : x) auf, wobei auf einem Halbleitersubstrat bis zur Strukturierung der Gesamtfläche mehrmals justiert und belichtet werden muß.
Zur weiteren Strukturverkleinerung, zur Verschiebung der oberen Grenze der numerischen Apertur des Objektivs und der auflösbaren Grenzortsfrequenz sowie der Senkung der Strukturbreitenschwankungen infolge von Interferenzerscheinungen in der Resistschicht in Verbindung mit Schichtdickenschwankungen des Resists, zum Beispiel an Stufen eines bereits bearbeiteten Halbleitersubstrates, ist aus der EP - PS 23 231 bekannt, die Belichtung des Halbleitersubstrates in einer Flüssigkeit durchzuführen, deren Brechungsindex dem des Lacküberzuges des Halbleitersubstrates entspricht.
Zur Durchführung dieses Projektionsverfahrens wird zwischen dem Projektionsobjektiv und dem Halbleitersubstrat eine Flüssigkeit so eingebracht, daß sich die Objektivöffnung sowie die Substrataufnahme mit dem Halbleitersubstrat vollständig in der Flüssigkeit befinden, die durch entsprechende Einrichtungen einem das Objektiv und die Substrataufnahme einschließenden Behälter zu- und von diesem abgeführt wird.
Diesem Verfahren haftet der Nachteil an, daß zur Durchführung des Justier- und Belichtungsprozesses erforderliche Substrattischbewegungen nur langsam durchgeführt werden können, da hohe Beschleunigungs- und Verzögerungswerte ein Auslaufen der Flüssigkeit bewirken würden und hohe Strukturauflösung nur bei beruhigten Medium zu erzielen sind. Weiterhin erfordert

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

die vollständige Flüssigkeitsbenetzung einen hohen Aufwand bei der Substratzu- und -abführung sowie der Reinigung der Substratrückseite. Bei der Beschickung des Flüssigkeitsbehälters mit einem Halbleitersubstrat an diesem anhaftende Luft- oder Gasbläschen, sowie bei der Belichtung von Positivlack entstehende Stickstoffbläschen wirken sich nachteilig auf den Belichtungsprozeß aus, da diese zu Fehlbelichtungen führen.

In der DD-Anmeldung gemäß H 01 L / 240 786/8 ist ein Immersionsobjektiv beschrieben, wobei nur der Raum zwischen der partiell zu belichtenden Substratfläche und der unteren Objektivlinse mit Immersionsflüssigkeit ausgefüllt ist. Dieser Raum wird durch eine sich auf Bildfeldgröße verjüngende Hülse gebildet, die einerseits mit dem Objektiv verbunden und andererseits bis auf einen geringen Abstand zu dem zu belichtenden Halbleitersubstrat abgesenkt werden kann. Die Zuführung der Immersionsflüssigkeit erfolgt über eine externe Drucksteuerung und verbleibt nach den Belichtungsschritten vollständig auf dem Substrat und muß anschließend separat entfernt werden. Des weiteren erfordert ein unkontrollierbares Auslaufen der Flüssigkeit Nacharbeit und Reinigungsaufwand des belichteten Halbleitersubstrates und der Substrataufnahme und Verlust von Immersionsflüssigkeit.

Ebenso können eingeschlossene Luft- oder Gasbläschen beim Substratwechsel und beim Anfahren der Substrataufnahme je nach Abstand zwischen der Hülse und dem Substrat zu Defekten führen und somit abbildungsstörend wirken.

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, die bei der schrittweisen, partiellen Strukturabbildung mit Hilfe eines Immersionsobjektives störenden Gasblaseneinschlüsse sowie die Schlierenbildung in der Immersionsflüssigkeit zu vermeiden und die Benetzung des Scheibenrandes, des Scheibentisches und der Scheibenrückseite mit Immersionsflüssigkeit auszuschließen.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Immersionsobjektiv für die schrittweise Projektionsabbildung einer Maskenstruktur zu schaffen, das es ermöglicht, Maskenstrukturen hoher Strukturauflösung auf Halbleiterscheiben zu erzeugen, wobei hohe Substrattischbewegungen ohne Schlierenbildung und störende Gasblaseneinschlüsse innerhalb der Immersionsflüssigkeit erreicht, die Scheibenränder und -rückseiten, sowie der Scheibentisch durch Immersionsflüssigkeit nicht benetzt werden und hohe Anfangs- und Endbeschleunigungswerte der Scheibentischbewegung keine Auswirkungen auf die Qualität und Produktivität der Anlage zur Projektionsabbildung bewirken.

Merkmale der Erfindung

Das erfindungsgemäße Immersionsobjektiv weist an seiner dem Halbleitersubstrat zugewandten Seite zwei Immersionssysteme auf, wobei ein erstes Immersionssystem dadurch gebildet ist, daß die am Objektiv angeordnete Vorsatzeinrichtung an ihrer dem Substrat zugewandten und verjüngten Öffnung mittels einer lichtdurchlässigen Scheibe mediendicht verschlossen ist, wobei der Raum zwischen dem letzten optischen Bauteil des Objektivs

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

und der lichtdurchlässigen Scheibe mit einer Immersionsflüssigkeit vollständig gefüllt ist. Weiterhin ist ein zweites Immersionssystem dadurch vorgesehen, daß eine zweite Immersionsflüssigkeit zwischen der lichtdurchlässigen Scheibe und dem Halbleitersubstrat durch einen an der Vorsatzeinrichtung parallel zur Oberfläche des Halbleitersubstrates angeordneten Ring vorgesehen ist. Der Ring weist dazu in der horizontalen Substrattischbewegung gesehen, wenigstens eine Öffnung vor und wenigstens eine Öffnung nach der Vorsatzeinrichtung des Objektivs auf, die über Schlauch- oder Rohrleitungen mit darin installierten Sperreinrichtungen sowie Filter- und Thermostatiereinrichtungen mit Zuführ- und Druckausgleichseinrichtungen verbunden sind, wobei die Schlauch- oder Rohrleitung an der vor der Vorsatzeinrichtung mit der Schlauch- oder Rohrleitung an der nach der Vorsatzeinrichtung vorgesehenen Öffnung ein geschlossenes System bilden, in dem die genannten Einrichtungen integriert sind.
An der Vorsatzeinrichtung selbst sind einerseits Zuleitungen für Immersionsflüssigkeit vorgesehen, die Einrichtungen zur Druckreduzierung, Sperreinrichtungen, Behälter als Speicher- und Druckausgleichseinrichtung sowie Thermostatiereinrichtungen aufweisen, die andererseits mit Ableitungen verbunden sind, womit ein geschlossenes System vorliegt.
In den Zuleitungen für das erste Immersionssystem sind unmittelbar vor deren Austrittsöffnung Einrichtungen zur Druckreduzierung und Flüssigkeitsverteilung vorgesehen.
Des weiteren ist die Vorsatzeinrichtung am Objektiv höhenverstellbar ausgebildet und ist gegen einen oberen und einen unteren Anschlag lagebegrenzt.

SDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Zur Immersionsbelichtung weist die Vorsatzeinrichtung an ihrer der Halbleiterscheibe zugewandten und verjüngten Öffnung als lichtdurchlässige Scheibe eine planparallele Glasplatte oder eine plankonvexe Linse niedriger Brechkraft auf.
In einer Ausgestaltung der Lösung besteht die lichtdurchlässige Scheibe aus einer Folie mit einer dem auf der Halbleiterscheibe aufgebrachten Fotoresist angepaßten Brechzahl.
Die Folie kann in einer Dicke von 0,5 bis 100 /um ausgeführt sein und ist an der dem Objektiv zugewandten Seite für die zur Strukturübertragung, Überdeckungspositionierung und / oder Fokussierung benutzten Wellenlängen des eingesetzten Lichtes entspiegelt und des weiteren der Brechzahl der auf der Halbleiterscheibe angeordneten Immersionsflüssigkeit angepaßt.
Es ist vorteilhaft, wenn die Folie aus Nitrozellulose, Polychinoxalin oder Polycarbonat besteht und daß der Abstand zwischen der planparallelen Glasplatte, der plankonvexen Linse oder der Folie und der Oberfläche des auf der Halbleiterscheibe befindlichen Fotoresist in einem Bereich von 5 /um bis 5 mm beträgt.
In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist in der Öffnung der Zuleitung in dem an der Vorsatzeinrichtungsunterseite angeordneten Ring eine Führung vorgesehen, in der vertikal beweglich eine Hülse angeordnet ist, deren resistseitige Öffnung kleiner als die darüber angeordnete Zuleitung, beispielsweise wie eine Düse, ausgebildet und daß oberhalb des Ringes ein als Abstandsmeßeinrichtung ausgebildeter Sensor angeordnet ist, der mit außerhalb des Immersionsobjektives vorhandenen Mitteln zur Meßwerterfassung und -auswertung in Wirkverbindung steht. Es ist vorteilhaft, wenn Hülsen für die

INSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Abstandsmessung zur Fokussierung an mehreren Stellen des Ringes angeordnet sind, beispielsweise an drei oder mehr in gleichem Abstand zueinander vorgesehenen Führungen, angeordnet sind. Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn das erste und das zweite Immersionssystem die gleiche Immersionsflüssigkeit aufweisen.
Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, wenn die Oberfläche des auf dem Halbleitersubstrat aufgebrachten Fotoresists mit einem Medium geringer Oberflächenspannung, beispielsweise einem Netzmittel, vorbehandelt ist.
Die Immersionsflüssigkeit des ersten und des zweiten Immersionssystems ist während des Belichtungsvorganges thermostatiert und weist vorzugsweise eine Temperatur von 22 $\pm$ 1° C auf.
Die Lichtquelle für die Strukturübertragung weist eine ultraviolette Strahlung auf, deren Wellenlänge im Spektralbereich von 200 bis 450 nm liegt.
Vor der Einleitung eines Belichtungsprozesses eines auf der Substrataufnahme üblicherweise befestigten und mit Fotoresist beschichteten Halbleitersubstrates wird dessen Oberfläche mit einem Medium geringer Oberflächenspannung, beispielsweise mit einem Netzmittel, versehen und das Halbleitersubstrat wird mit der Substrataufnahme mittels der entsprechenden Einrichtungen in den Bestrahlbereich unter die Vorsatzeinrichtung des Objektivs gebracht. Zum Zweck des Belichtungsprozesses ist die Vorsatzeinrichtung zwischen der an der dem Halbleitersubstrat zugewandten, verjüngten Öffnung angeordneten optisch neutralen Schicht, die beispielsweise aus einer planparallelen Glasplatte besteht, und dem objektivseitig letzten optischen Bauelement des Objektivs mit einer Immersionsflüssigkeit vollständig ausgefüllt, wobei die Immersionsflüssigkeit ständig zu- und abgeführt sowie auf einer konstanten Temperatur gehalten wird.

ISDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Zur Vermeidung von Schlierenbildungen innerhalb der Immersionsflüssigkeit im Bestrahlbereich sind an den Zuführöffnungen Mittel zur homogenen Verteilung derselben vorgesehen. Die Abführung der Flüssigkeit erfolgt über geeignete Filter und wird über entsprechende Rohr- oder Schlauchleitungen sowie Thermostatiereinrichtungen einer Druckausgleichs- und Speichereinrichtung zugeführt, die ausgangsseitig wiederum mit der Vorsatzeinrichtung in Verbindung steht und somit ein erstes Immersionssystem gebildet ist.
Das zweite Immersionssystem wird dadurch gebildet, daß unmittelbar vor der Einleitung des Strukturierungsprozesses Immersionsflüssigkeit durch die an dem Ring angeordneten Zuführungsöffnung, in Substrattischbewegung gesehen, vor der Vorsatzeinrichtung, mit Hilfe der entsprechenden Regel- und Steuereinrichtungen auf die Halbleiterscheibe bzw. dessen mit Fotoresist und mit dem Netzmittel versehene Oberfläche gegeben und anschließend die Vorsatzeinrichtung so weit abgesenkt wird, daß der sich zwischen dem Ring und der lichtdurchlässigen Scheibe an der Unterseite der Vorsatzeinrichtung gebildete Immersionsflüssigkeitsfilm während der Substrattischbewegung konstant bleibt und nicht abreißt. Die Zuführung der Immersionsflüssigkeit erfolgt dabei mengenmäßig so, daß vor der Zuführöffnung ein Flüssigkeitswall entsteht.
Der Belichtungsprozeß erfolgt, wenn die Flüssigkeit den Spalt zwischen der Vorsatzeinrichtung und der Halbleiterscheibe voll ausgefüllt hat, schrittweise so, daß die Immersionsflüssigkeit, in Substrattischbewegungsrichtung hinter der Vorsatzeinrichtung, durch die entsprechenden Abführeinrichtungen im Ring abgesaugt und dem zweiten

INSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

System wieder zugeführt wird. Bei der am Substratende erfolgenden Richtungsänderung des Belichtungsvorganges werden die Funktionen der vorhandenen Zu- und Abführeinrichtungen für die Immersionsflüssigkeit entsprechend umgesteuert, so daß die zweite Belichtungsspur bei der Rückführung des Substrattisches analog der Vorwärtsbewegung realisiert wird. Die genannten Operationen werden bis zur vollständigen Strukturierung des Halbleitersubstrates wiederholt. Am Ende des Belichtungsvorganges kann bei entsprechender Steuerung der Zu- und Abführeinrichtungen die unter der Vorsatzeinrichtung befindliche Immersionsflüssigkeit abgesaugt werden und die Vorsatzeinrichtung wird für den Substratwechsel in die entsprechende Position angehoben.
Der Einsatz der vertikal in der Führung innerhalb des Ringes angeordneten Hülse ermöglicht in Verbindung mit den zugeordneten Mitteln Sensor, Meßwerterfassungs- und -auswerteeinrichtung die präzise Belichtungsabstandsmessung, Fokussierung und Ebenenzuordnung während des Strukturierungsprozesses.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispieles und Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 : die schematische Darstellung eines Immersionsobjektives gemäß der Erfindung,

Fig. 2 : das Blockschaltbild eines Belichtungsvorganges,

Fig. 3 : eine Variante des erfindungsgemäßen Immersionsobjektivs, schematisch ,

Fig. 4 : die Einrichtung zur Höhenmessung.

ISDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Gemäß der Fig. 1 weist das Immersionsobjektiv am Objektiv 1 eine Vorsatzeinrichtung 7 auf, die an ihrer der Substrataufnahme 16 zugewandten Seite bis auf den Belichtungsdurchmesser verjüngt ist. Die verjüngte Öffnung ist durch eine lichtdurchlässige Scheibe 3 mediendicht mittels einer Fassung 3.1 verschlossen. An der objektivseitigen Öffnung der Vorsatzeinrichtung 7 ist ein Ring 6 vorgesehen, womit die Vorsatzeinrichtung 7 gegen einen oberen Anschlag 6.1 sowie einen unteren Anschlag 6.2 lagebegrenzbar ist. Der kegelförmige Teil der Vorsatzeinrichtung 7 ist doppelwandig ausgeführt, wobei die innere Wandung 7.2 an bestimmten Stellen Öffnungen aufweist. In der Außenwand 7.1 sind ebenfalls an vorbestimmten Punkten Öffnungen angeordnet, in denen Zuleitungen 17 bzw. Ableitungen 18 eingebunden sind. Vor den Öffnungen der Zu- bzw. Ableitungen 17; 18 sind zwischen der Innenwand 7.2 und der Außenwand 7.1 Prallbleche 19 vorgesehen.

Die an der zeichnungsgemäß rechten Außenwand 7.1 der Vorsatzeinrichtung 7 vorgesehene Zuleitung 17 ist in ihrer weiteren Ausführung mit einer Sperreinrichtung 15 sowie mit einer Druckausgleichs- und Speichereinrichtung 14 verbunden, an der ein Anschluß 14.1 vorgesehen ist. Die an der zeichnungsgemäß linken Außenwand 7.1 angeordnete Ableitung 18 weist eine Filter- und Thermostatiereinrichtung 8 auf, deren Ausgang 8.1 mit dem Anschluß 14.1 verbunden ist.

Der zwischen dem objektivseitig letzten optischen Bauteil 2 und der optisch neutralen, durchscheinenden Scheibe 3 vorhandene Hohlraum 4 ist vollständig mit einer Immersionsflüssigkeit 4.1 angefüllt, die über die Zu- und Ableitungen 17; 18 sowie den Ausgang 8.1 und den Anschluß 14.1 ausgebreitet ist und somit ein geschlossenes erstes Immersionssystem bildet.

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Zum Aufbau eines zweiten Immersionssystems ist an der Unterseite der Vorsatzeinrichtung 7 ein Ring 9 vorgesehen, in dem wenigstens je eine Öffnung 10 und 11 vorgesehen ist, die in Substratbewegungsrichtung gesehen, vor bzw. nach der Vorsatzeinrichtung angeordnet sind. Die mehrfache Anordnung der Öffnungen 10; 11 kann beispielsweise so ausgeführt sein, daß sie auf einem gemeinsamen Teilkreis angeordnet, um die untere Öffnung der Vorsatzeinrichtung 7 abstandsweise bis jeweils mittig vorgesehen sind. Die Öffnung bzw. Öffnungen 10 in dem Ring 9 sind über entsprechende Anschluß- und Verbindungselemente mit Schlauch- oder Rohrleitungen 12 verbunden, die in Weiterführung mit einer Druckausgleichs- oder / und Speichereinrichtung 14 verbunden sind. Die Leitungsführung ist dabei so gestaltet, daß die Schlauch- oder Rohrleitung 12 vor der Druckausgleichs- oder / und Speichereinrichtung geteilt ist, wobei strömungstechnisch eine Verzweigung 12.1 für eine zweite Immersionsflüssigkeit 4.1 die Strömungsrichtung durch eine offene Sperreinrichtung 15, sowie eine in der anderen Verzweigung in Sperrichtung angeordnete Sperreinrichtung 15.1 die Flußrichtung vorgegeben ist.
Nach der Sperreinrichtung 15 ist eine Filter- und Thermostatiereinrichtung 8 vorgesehen und nach der Druckausgleichs- und / oder Speichereinrichtung 14 ist in deren ausgangsseitigem Anschluß die Rohr- oder Schlauchleitung 12 weitergeführt und vor der Verzweigung ist die Sperreinrichtung 15.1, jetzt auf Durchgang für aus dieser Richtung strömende Immersionsflüssigkeit 4.1 angeordnet, vorgesehen. Wenn mehrere als Zuleitungen geschaltete Schlauch- oder Rohrleitungen 12 vorgesehen sind, sind diese vor der Verzweigung 12.1 vereinigt, so daß eine Zuführung von Immersionsflüssigkeit über alle vorgesehenen Öffnungen 10 erfolgt.

VSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Die Öffnung oder die Öffnungen 11 sind in Verbindung mit der Schlauch- oder Rohrleitung 13 in der in Fig. 1 dargestellten Variante als Absaugung vorgesehen, wobei die abgesaugte Immersionsflüssigkeit 4.1 durch entsprechende Einrichtungen gefördert und den Einrichtungen zur Aufbereitung und Zuführung auf das beschichtete Halbleitersubstrat 16 vor der Vorsatzeinrichtung 7 zugeführt wird.
Die Öffnungen 10; 11 sind in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung des Halbleitersubstrates 25 wahlweise als Zuführungen für die Immersionsflüssigkeit 4.1 jeweils vor der Vorsatzeinrichtung 7, bzw. als Absaugung jeweils nach der Vorsatzeinrichtung 7 während der Bewegung des Halbleitersubstrates 25 einsetzbar.
Die gemäß der Fig. 1 verwendete Immersionsflüssigkeit 4.1 ist sowohl innerhalb der Vorsatzeinrichtung 7 als auch zwischen der Vorsatzeinrichtung 7 und der Oberfläche des beschichteten Fotoresists 26; 27 thermostatiert, wobei vorzugsweise eine Temperatur von 22 $\pm$ 1° C konstant gehalten ist.
In der Fig. 4 ist eine Einrichtung zur Differenzmessung des Abstandes 9 zwischen der Oberfläche des Fotoresists 26 und der lichtdurchlässigen Scheibe 3 bzw. der Unterkante des Ringes 9, die einem vorgegebenen Belichtungsabstand entspricht, dargestellt. Dazu weist eine in dem Ring vorgesehene Öffnung 10 eine Führung 20 auf, in der eine Hülse 21 mit einer als eine Düse 24 ausgebildeten unteren Öffnung beweglich angeordnet ist. Die Hülse 21 ist oberhalb des Ringes 9 mit einem Sensor 22 gekoppelt, der mit Mitteln zur Meßwerterfassung und -auswertung 23 verbunden ist. Die Oberseite der Hülse 21 ist mit einer Zuleitung 17 für die Zuführung von Immersionsflüssigkeit 4.2 verbunden.

3NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Bei der Zuführung der Immersionsflüssigkeit 4.1 konstanter Strömungsgeschwindigkeit durch die mit der Düse 24 verschiebbare Hülse 21 bewirkt die Verkleinerung des Spaltes a durch Anheben des Scheibentisches eine Erhöhung des Strömungswiderstandes und somit eine Vergrößerung des Kraftrektors normal zur Oberfläche des Fotoresists 26 bzw. dem Ring 9, womit eine Verschiebung der Hülse 21 erfolgt, diese von dem Sensor 22 registriert und die Information an einen elektromechanischen Koppler innerhalb der Mittel zur Meßwerterfassung und -auswertung 23 zugeführt und eine Verschiebung des Scheibentisches bewirkt wird.
Vorteilhaft ist die als Meßsonde ausgebildete Hülse 21 an mehreren Öffnungen 10; 11 vorgesehen, wobei die Anordnung vorzugsweise dreieckförmig innerhalb des Ringes 9 vorgesehen und somit eine Flächenzuordnung realisiert werden kann.
Die in der Fig. 3 dargestellte Ausgestaltung des Immersionsobjektives weist ebenfalls eine Vorsatzeinrichtung 7 auf, die einwandig ausgeführt ist, und die zwischen dem objektivseitig letzten optischen Bauteil 2 und der verjüngten, unteren Öffnung einen Raum 4 bildet.
An ihrer der mit dem Fotoresist 26 beschichteten Halbleitersubstrat 25 zugewandten unteren Öffnung ist eine lichtdurchlässige Scheibe 3 in einer Fassung 3.1 vorgesehen, die dem Durchmesser des Bildfeldes entspricht, die objektivseitige Öffnung weist ebenfalls einen Ring 6 sowie einen unteren und oberen Anschlag 6.1; 6.2 auf. Der an der verjüngten Seite in einer Ebene mit der lichtdurchlässigen Scheibe 3 befindliche Ring 9.1 ist mit Bohrungen / Öffnungen 10; 11 versehen, die jeweils auf zwei voneinander unterschiedlichen Teilkreisen um die optische Achse A angeordnet sind.

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Die Öffnungen 10 sind abstandsweise zwei- oder mehrfach auf dem inneren Teilkreis vorgesehen und sind über Zuleitungen 17 sowie Sperreinrichtungen 28 zentral mit einer Druckausgleichs- und Speichereinrichtung verbunden. Auf dem äußeren Teilkreis sind wenigstens zwei oder mehrere Öffnungen 11 abstandsweise vorgesehen, die Ableitungen 18 mit Sperreinrichtungen 29 aufweisen, die in ihrer weiteren Anordnung untereinander verbunden und über eine Rohr- oder Schlauchleitung 13 einer Filter- und Thermostatiereinrichtung 8 zugeführt sind, die ausgangseitig wiederum mit dem Eingang der Druckausgleichs- oder Speichereinrichtung 14 verbunden ist.
Bei / Vor der Inbetriebnahme der erfindungsgemäßen Vorsatzeinrichtung ist die Immersionsflüssigkeit 4.1 in den entsprechenden Speichereinrichtungen und der Spalt a für den Belichtungsabstand ist durch Absenken der Vorsatzeinrichtung 7 oder Anheben des Scheibentisches eingestellt. In Verbindung mit der dem ersten Belichtungsschritt zugeordneten Relativbewegung des Substrattisches 16 erfolgt über die Zuführungen 17 der Zufluß der Immersionsflüssigkeit 4.1 über die Öffnungen 10 auf die Oberfläche des mit dem Resist 26 beschichteten Halbleitersubstrates 25 derart, daß der Spalt a mit einem homogenen Flüssigkeitsfilm ausgefüllt wird und bezogen auf die Relativbewegung des Substrattisches 16 vor dem Ring 9.1 ein schmaler Flüssigkeitswall 4.2 entsteht. Nach dem Flüssigkeitsauftrag über die Zuführungen 17 sowie nach einem durchgeführten Belichtungsschritt wird mittels einer entsprechenden Steuerung der Sperreinrichtungen 28; 29; 30 sowie der Druckausgleichs- und Speichereinrichtung 14 die Immersionsflüssigkeit 4.1 durch die Öffnungen 11 mit den angeschlossenen Ableitungen 18 abgeführt und den nachgeschalteten Vorrichtungen zur Reinigung, Temperierung und Speicherung 8; 14 zugeleitet.

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

In der Fig. 2 ist das Blockschaltbild eines Belichtungsvorganges dargestellt.
Die Halbleitersubstratbelichtung erfolgt gemäß eines vorgegebenen Ablaufprogrammes derart, daß ein Halbleitersubstrat mit einem Netzmittel vorbehandelt in die Belichtungseinrichtung gegeben und auf dem Substrattisch nach einem Vorjustierprozeß befestigt wird.
Es besteht auch die Möglichkeit, das Netzmittel nach dem Vorjustier- oder Spannprozeß unmittelbar in der Belichtungseinrichtung aufzutragen.
Anschließend daran erfolgt der Transport des Substrattisches mit dem Halbleitersubstrat unter das mit der Vorsatzeinrichtung ausgestattete Objektiv und die Vorsatzeinrichtung wird bis auf den Belichtungsabstand abgesenkt. Durch die Zufuhr thermostatierter Immersionsflüssigkeit durch die entsprechenden Öffnungen bei kreisförmiger Bewegung des Substrattisches erfolgt die Ausbildung eines stabilen Immersionsflüssigkeitsfilmes zwischen Fotoresist bzw. dem Netzmittel und der Unterkante der lichtdurchlässigen Scheibe bzw. dem Ring an der Vorsatzeinrichtung.
Im folgenden Schritt wird die erste Belichtungsposition angefahren, während weitere Immersionsflüssigkeit zugeführt wird, das Halbleitersubstrat wird positioniert und der erste Belichtungsschritt erfolgt.
Die weitere Belichtungsfolge wird analog der Erstbelichtung bis zur vollständigen Halbleitersubstratbelichtung durchgeführt und die Zufuhr von Immersionsflüssigkeit gesperrt.
Im anschließenden Schritt wird die auf dem Halbleitersubstrat befindliche Immersionsflüssigkeit durch kreisförmige Bewegung des Substrattisches abgesaugt, und die Vorsatzeinrichtung angehoben, so daß abschliessend der Substratwechsel erfolgen und die Weiterbearbeitung von Folgesubstraten durchgeführt werden kann.

SDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Immersionsobjektivs ergeben sich insbesondere dadurch, daß durch den konstanten Durchfluß von Immersionsflüssigkeit sowohl zwischen der Vorsatzeinrichtung und dem Fotoresist auf dem Halbleitersubstrat als auch zwischen dem objektivseitig letzten optischen Bauelement und der lichtdurchlässigen Scheibe keine Staubpartikel-, Luft- oder Gasblaseneinschlüsse den Belichtungsprozeß negativ beeinflussen. Die Anordnung der Immersionsschicht gemäß der erfinderischen Lösung erlaubt es weiterhin, hohe Relativbewegungen des Substrattisches auszuführen, ohne daß das Halbleitersubstrat außerhalb des Belichtungsfeldes verunreinigt wird, desgleichen ist eine Rückseitenverschmutzung ausgeschlossen, die bei den bekannten Lösungen zu einer hohen Nacharbeit führt. Des weiteren ist die Benetzung der Substrataufnahme und des unmittelbaren Substrattischbereiches weitestgehend ausgeschlossen. Die Behandlung der Resistoberfläche mit einem Netzmittel ermöglicht dabei eine annähernd restlose Beseitigung von Immersionsflüssigkeit, womit der für folgende Bearbeitungsschritte erforderliche Reinigungsaufwand stark reduziert werden kann.

BNSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Erfindungsanspruch

1. Immersionsobjektiv für die Projektionsabbildung einer Maskenstruktur auf Halbleitersubstrate für fotolithografische Verfahren zur Herstellung integrierter Halbleiterschaltungen, das in einer zwischen dem Objektiv und dem Halbleitersubstrat angeordneten Vorsatzeinrichtung eine gesteuert zugeführte, dem Brechungsindex des Fotoresists entsprechende Flüssigkeit aufweist, gekennzeichnet dadurch, daß am Objektiv (1) ein erstes Immersionssystem vorgesehen ist, wobei die am Objektiv (1) angeordnete Vorsatzeinrichtung (7) an ihrer dem Substrat zugewandten verjüngten Öffnung mittels einer lichtdurchlässigen Scheibe (3) mediendicht verschlossen ist und daß der zwischen dem letzten optischen Bauteil (2) und der lichtdurchlässigen Scheibe (3) vorhandene Hohlraum (4) mit einer Immersionsflüssigkeit (4.1) raumfüllend versehen ist und daß weiterhin ein zweites Immersionssystem vorgesehen ist, bei dem an der Vorsatzeinrichtung (7) parallel zur Oberfläche des Substrates (25) ein Ring (9) mit dem Gehäuse (7.1) der lichtdurchlässigen Scheibe (3) verbunden ist, in dem in Substratbewegungsrichtung gesehen, abstandsweise wenigstens eine Öffnung (10) vor und wenigstens eine Öffnung (11) nach dem Objektiv (1) angeordnet ist, die über Schlauch- oder Rohrleitungen (12; 13) mit darin installierten Sperreinrichtungen (15) sowie Filter- und Thermostatiereinrichtungen (8) mit Zuführ- und Druckausgleichseinrichtungen (14) verbunden sind und als geschlossenes System gebildet ist.

ISDOCID: <DD_____221563A1_I_>

2. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß an der Vorsatzeinrichtung (7) einerseits Zuleitungen (17) für die Immersionsflüssigkeit (4.1) vorgesehen sind, in denen Einrichtungen zur Druckreduzierung (5) und Sperreinrichtungen (15) enthalten sind, daß weiterhin Behältnisse als Speicher- und Druckausgleichseinrichtungen (14) für die Immersionsflüssigkeit (4.1) zugeordnet und daß andererseits wenigstens eine Ableitung (18) mit Filter- und Thermostatiereinrichtungen (8) angeordnet sind, die mit dem Anschluß (14.1) der Zuführ- und Druckausgleichvorrichtung (14) ein geschlossenes System bilden.

3. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß vor der Austrittsöffnung der Zuleitung (17) Prallbleche (19) angeordnet sind.

4. Immersionsobjektiv gemäß den Punkten 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß ein Ring (6) der Vorsatzeinrichtung (7) am Objektiv (1) gegen Anschläge (6.1; 6.2) höhenverstellbar ist.

5. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die lichtdurchlässige Scheibe (3) aus einer planparallelen Glasplatte oder einer plankonvexen Linse niedriger Brechkraft besteht.

6. Immersionsobjektiv gemäß der Punkte 1 und 5, gekennzeichnet dadurch, daß die lichtdurchlässige Scheibe (3) aus einer Folie mit einer dem Fotoresist (26) angepaßten Brechzahl besteht.

7. Immersionsobjektiv gemäß der Punkte 1, 5 und 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Folie eine Dicke

INSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

zwischen 0,5 und 100 /um aufweist, daß die Folie und die planparallele Glasplatte an der dem Objektiv (1) zugewandten Seite für die zur Strukturübertragung, Überdeckungspositionierung und / oder Fokussirung benutzten Wellenlängen des eingesetzten Lichtes entspiegelt sind und eine der auf dem Halbleitersubstrat (25) befindlichen Immersionsflüssigkeit (4.1) angepaßte Brechzahl aufweisen.

8. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 6 und 7, gekennzeichnet dadurch, daß die Folie aus Nitrozellulose, Polychinoxalin oder Polycarbonat besteht.

9. Immersionsobjektiv gemäß der Punkte 1 u.5 bis 8, gekennzeichnet dadurch, daß die lichtdurchlässige Scheibe (3) in einem Bereich von 5 /um bis 5 mm über dem Halbleitersubstrat (25) angeordnet ist.

10. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Öffnung (10) der Zuleitung (17) eine Führung (20) aufweist, in der vertikal beweglich eine Hülse (21) mit einer Düse (24) angeordnet ist, wobei an der Hülse (21) oberhalb des Ringes (9) ein als Abstandsmeßeinrichtung ausgebildeter Sensor (22) sowie weiterhin außerhalb des Immersionsobjektives Mittel zur Meßwerterfassung und -auswertung (23) vorgesehen sind.

11. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das zweite Immersionssystem mit der Immersionsflüssigkeit (4.1) versehen ist.

12. Immersionsobjektiv gemäß der Punkte 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß die Oberfläche des auf dem Halbleitersubstrates (25) aufgebrachten

SDOCID: <DD_____221563A1_I_>

Fotoresists (26) mit einem Medium geringer Oberflächenspannung, beispielsweise mit Netzmittel (27), vorbehandelt ist.

13. Immersionsobjektiv gemäß der Punkte 1 bis 12, gekennzeichnet dadurch, daß die Immersionsflüssigkeit (4.1) einen vorgegebenen Temperaturbereich aufweist.

14. Immersionsobjektiv gemäß Punkt 13, gekennzeichnet dadurch, daß die Temperatur der Immersionsflüssigkeit (4.1) 22 ± 1^{0} C beträgt.

15. Immersionsobjektiv gemäß der Punkte 1 bis 14, gekennzeichnet dadurch, daß als Strahlenquelle für die Strukturübertragung ultraviolettes Licht eingesetzt ist, deren Wellenlänge im Spektralbereich von 2oo bis 45o nm liegt.

- Hierzu siehe 3 Blatt Zeichnungen -

VSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

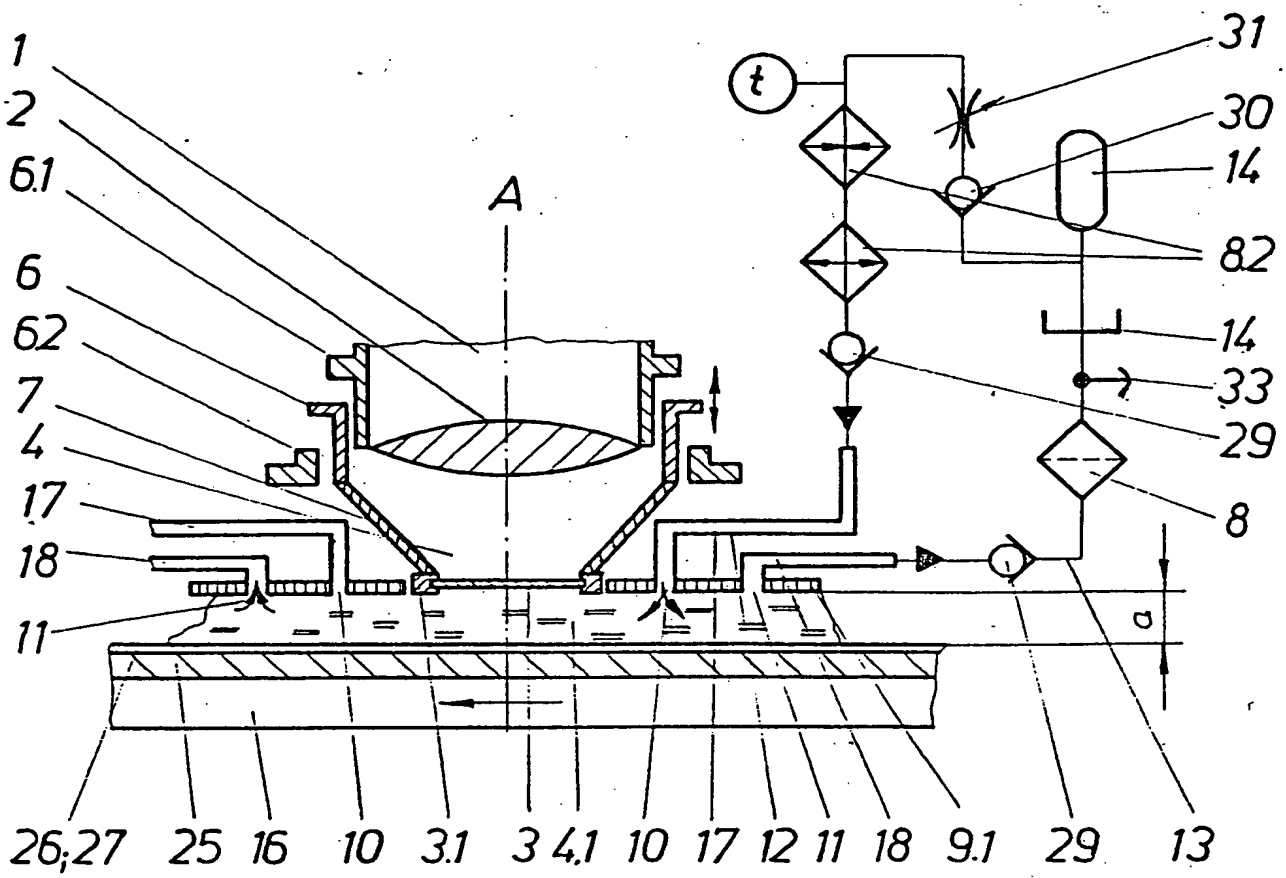


Fig. 1

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

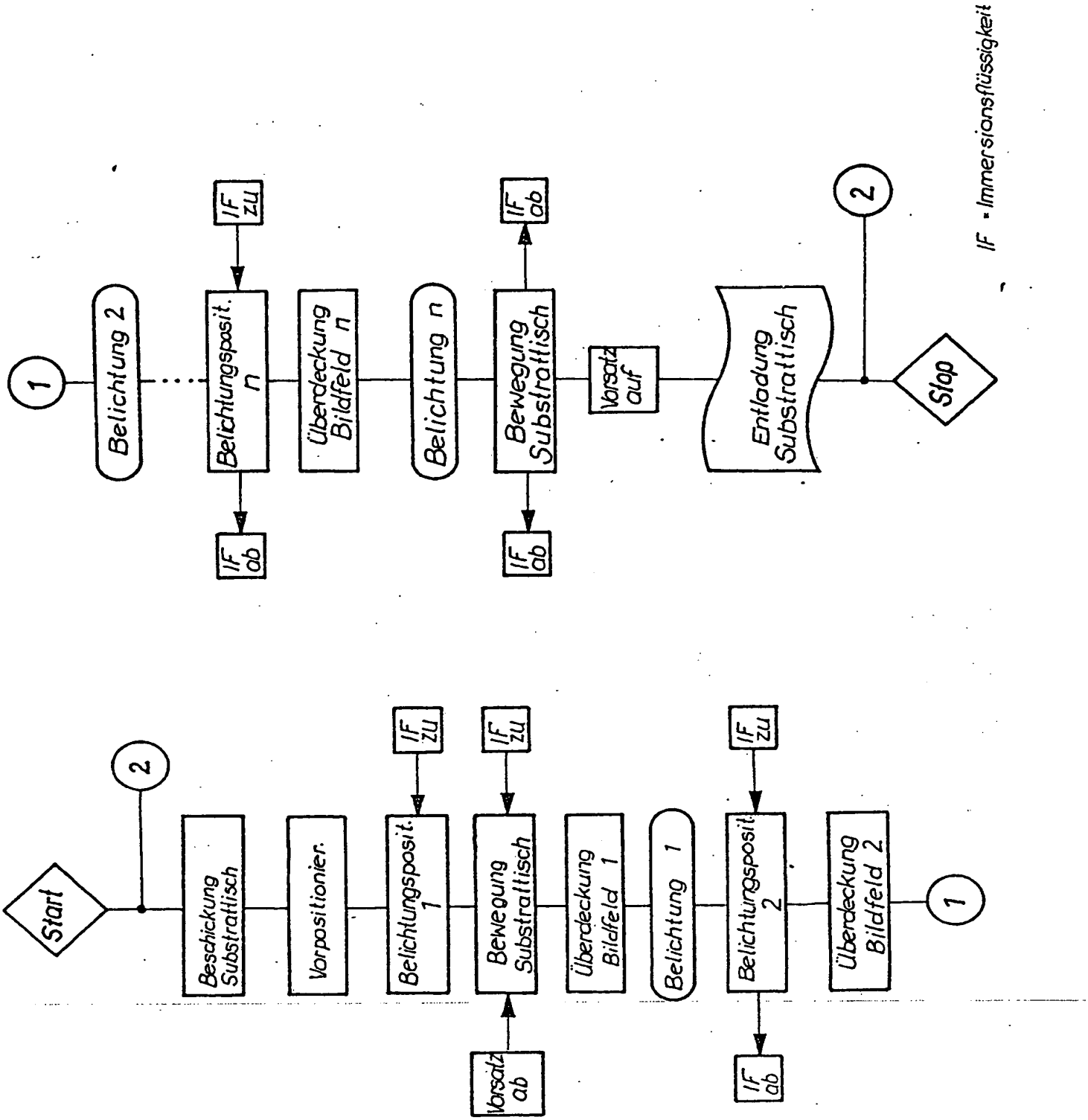


Fig.2

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

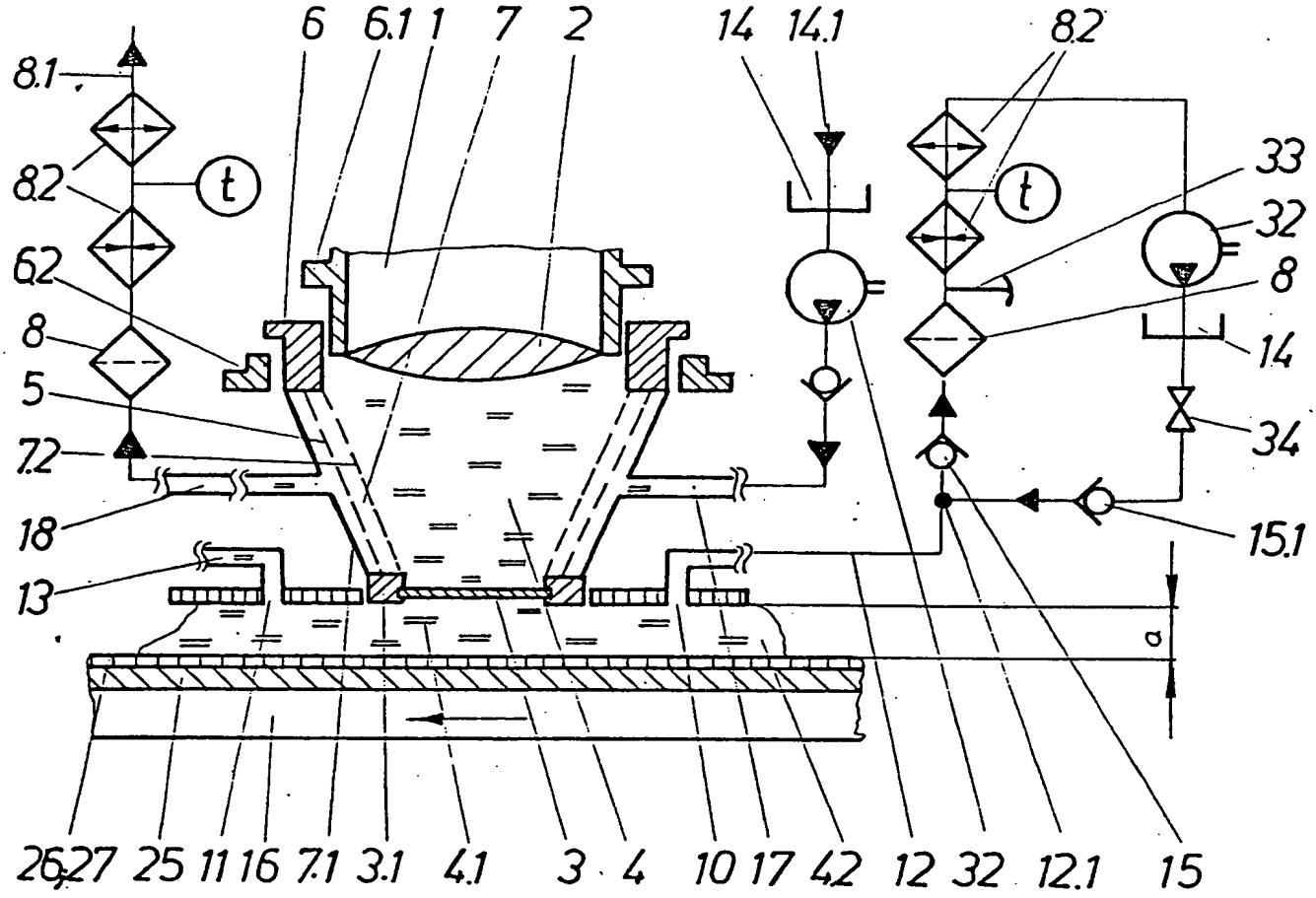


Fig. 3

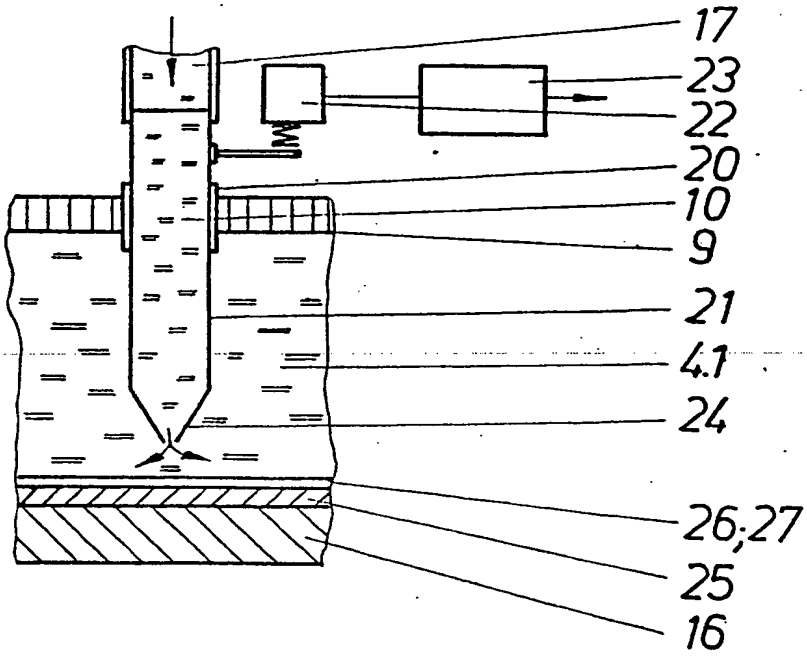


Fig. 4

NSDOCID: <DD_____221563A1_I_>

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☑ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.